АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 004.3/451.62:621.9.06

В.С.БЫКАДОР, А.Д.ЛУКЬЯНОВ, О.В.ЗИМОВНОВ

РЕГИСТРАТОР КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СТАНОЧНЫХ ПРИВОДОВ С РАЗДЕЛЬНОЙ АРХИТЕКТУРОЙ СИСТЕМНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Описывается цифровой измерительный прибор, предназначенный для измерения кинематических параметров электродвигателей приводов технологического оборудования. Данный измерительный прибор разработан на базе современного микроконтроллера с реализацией принципа раздельной архитектуры системного программного обеспечения.
Ключевые слова: *программирование, микропроцессоры, микропроцессорные системы, цифровые измерительные приборы.*

Введение. Практика модернизации станочного оборудования выявила тенденцию оснащения универсальных металлообрабатывающих станков системами цифрового отсчета. Одним из наилучших решений в данном случае является установка на ходовые винты и валы приводов станков фотоэлектрических датчиков и использование для обработки информации и индикации микропроцессорных модулей. Подобное решение позволяет существенно повысить точность индикации координат и режимов обработки, снизить влияние человеческого фактора за счет уменьшения количества ошибок считывания координат по лимбам или назначения ошибочных режимов обработки и реализовать все это при стоимости оборудования значительно меньшее, чем стоимость «младших» моделей систем ЧПУ. В этом плане разработка регистратора кинематических параметров станочных приводов представляется актуальной и имеющей практическую ценность.

Основная часть. Регистратор кинематических параметров электродвигателей приводов технологического оборудования (далее регистратор) – это измерительное устройство типа цифрового счетчика. Предназначен для измерения следующих кинематических параметров станочных проводов:

- число оборотов n, об/мин;
- период одного оборота T, мс;
- координата линейного перемещения X, усл. ед. длины.

Основой регистратора является микроконтроллер AT89S8252-24PI (совместимый с MCS-51) фирмы ATMEL. В качестве жидкокристаллического дисплея используется двухстрочный с внутренней подсветкой и поддержкой кириллического алфавита дисплей фирмы FORDATA ELECTRONIC модели FDCC1602C. Входной блок основан на оптопарах 4N27, а блок согласования уровней сигналов МК и ПЭВМ – на микросхеме MAX232 фирмы MAXIM. Клавиатура состоит из четырех клавиш управления навигацией по интерфейсу пользователя типа «Меню», клавиши аппаратурной перегрузки и кнопки включения/выключения питания. В таблице приведены основные технические характеристики регистратора, а на рис.1 показан его общий вид.

Основные технические характеристики регистратора

№ п/п	Параметр	Описание
1	Напряжение питания	Постоянное напряжение +10…+24 В. Возможность подключения к электросети технологического оборудования
2	Диапазон амплитуд входных сигналов датчиков	Предельный: +3…+30 В. Рекомендуемый: +5…+18 В
3	Диапазон частот входных импульсов	f_{min} = 2 Гц, f_{max} = 500 кГц
4	Дискретность датчика	d_{min} = 1 имп./об, d_{max} = 9999 имп./об Дискретность датчика учитывается по средствам введения в ПО регистратора (через интерфейс пользователя) соответствующего коэффициента
5	Диапазон измеряемых частот вращения	n_{min} = 120 об/мин, n_{max} = 3000 об/мин, при дискретности датчика 9999 имп./об. При уменьшении дискретности датчика значение n_{max} увеличивается.
6	Максимальная относительная погрешность измерения	$\mathbf{d}_{max}$ = 10,5 %
7	Средняя относительная погрешность измерения	$\mathbf{d}_{ср}$ = 5,5 %
8	Защита входных цепей	Цепь питания: защита от тока выше допустимого, защита от неправильной полярности. Цепи приема данных от датчиков: гальваническая развязка
9	Коммуникация	Протокол: RS-232. Скорость передачи: 9600 бит/с. Согласование с уровнями сигналов COM-порта ПЭВМ
10	Габариты	140×115×50 (мм)



Рис.1. Общий вид регистратора (слева – регистратор; справа - датчик)

Структурная схема измерительной системы с включенным в нее регистратором представлена на рис.2. Пользователь имеет возможность управлять регистратором посредством выбора подпрограммы расчета соответствующего кинематического параметра и ввода масштабирующих коэффициентов разрешения датчика и перевода числа оборотов в линейные координаты.

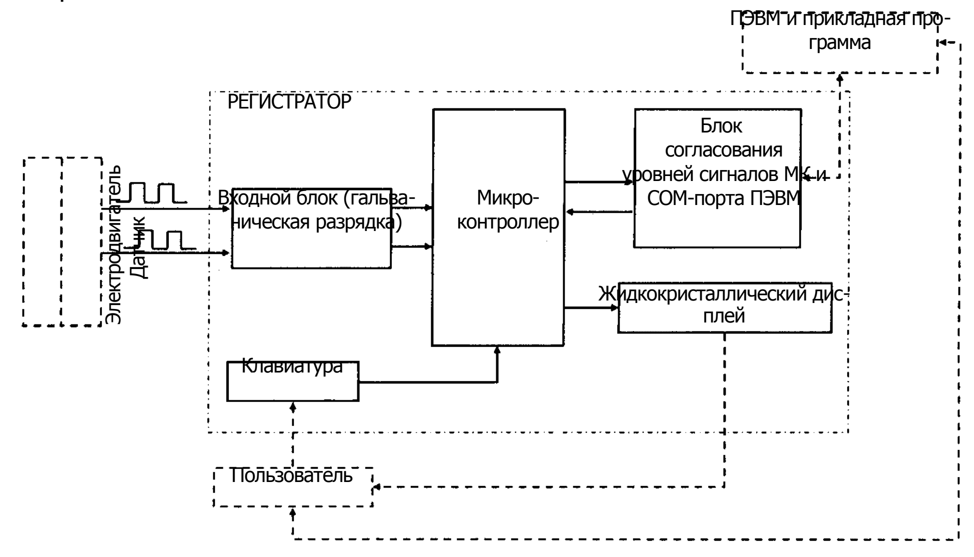


Рис.2. Структурная схема измерительной системы кинематических параметров электродвигателей(при помощи регистратора

Для управления регистратором пользователь может использовать клавиатуру совместно с интерфейсом типа «Меню» или специальную прикладную программу ПЭВМ. Регистратор может быть связан с ПЭВМ по последовательному порту (COM-порт) в дуплексном режиме.

Алгоритм работы. Процедура измерения начинается с измерения частоты косвенным способом. Если значение частоты f окажется больше чем значение частоты перехода $f_п$, то программное обеспечение микроконтроллера выполнит автоматический переход к способу прямого измерения частоты.

После определения значения f выполняется расчет одного из кинематических параметров (в зависимости от выбранной пользователем подпрограммы расчета). После расчета кинематического параметра микроконтроллер выводит информацию о нем на жидкокристаллический дисплей и передает через блок согласования в ПЭВМ.

Для наиболее точного определения значения частоты входных импульсов используется метод, подробно изложенный в [1]. Суть метода заключается в следующем: частоты, лежащие в диапазоне от f_{min} до некоторой частоты $f_{п.}$, измеряются косвенным способом, т.е. непосредственно измеряется время T между двумя соседними импульсами, а затем выполняется пересчет времени T в действительную частоту входных импульсов f; для частот, имеющих значение выше некоторой частоты $f_п$, используется способ прямого измерения, т.е. непосредственно подсчитывается количество импульсов N (напрямую связанное с числом оборотов n) в фиксированный промежуток времени Δt_K. Целесообразность такого метода подтверждается расчетами погрешности определения частоты косвенным и прямым способами, представленными в виде графика на рис.3. Сама методика расчета погрешностей подробно приведена в [2]. На пересечении прямых δT и δf (см.рис.3) определится расчетное значение частоты перехода $f_{п\ расч.}$, разграничивающей частоты по способу их измерения. Следует отметить, что экспериментально значение частоты перехода $f_{п\ эксп}$ было установлено равным $f_{П\ ЭКСП.} = 4\ 10^4$ Гц и в дальнейшем принято, что $f_п = f_{п\ эксп.}$.

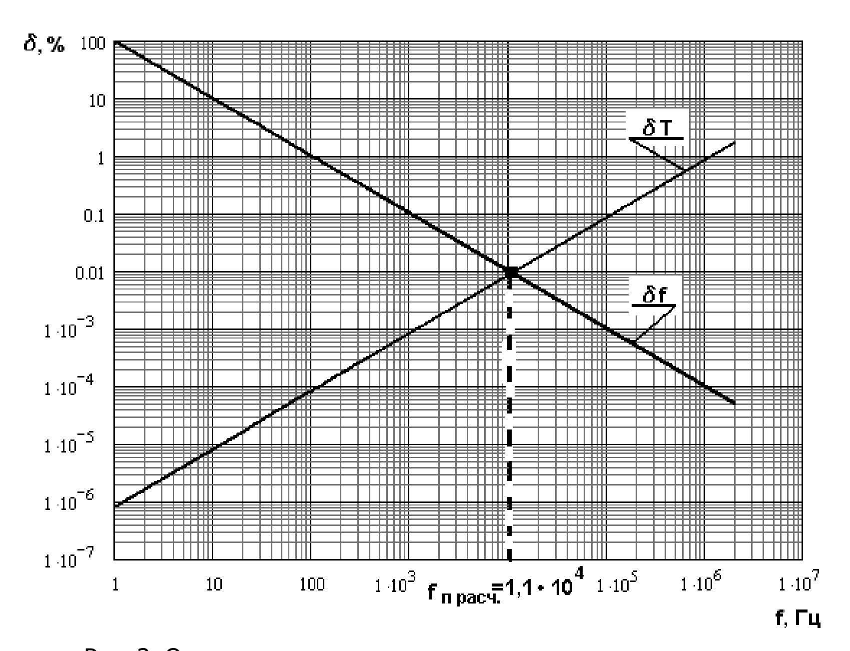


Рис. 3. Относительная погрешность определения частоты косвенным и прямым способами

Организация раздельной архитектуры системного программного обеспечения. Алгоритмическая реализация подпрограмм расчета кинематических параметров электродвигателей, не представляет особой сложности. Но помимо расчетных подпрограмм необходимы подпрограммы, реализующие общие функции: подпрограммы настройки различных устройств: таймеры/счетчики, сторожевой таймер, порты ввода-вывода, универсальный асинхронный приемопередатчик (УАПП) и т.п.; подпрограммы взаимодействия микроконтроллера с внешними устройствами, клавиатурой, дисплеем и т.п. Так как микроконтроллер AT89S8252-24PI оперирует с 8-разрядными операндами, для достижения требуемой точности необходимы подпрограммы 32-разрядной арифметики, подпрограммы преобразования значений измеренных параметров и т.д. При разработке системы следует учесть возможность создания модификации измерительных приборов, измеряющих другие физические величины, например подсчет деталей на производственном конвейере. Такие устройства будут реализовывать подпрограммы расчета измеряемых параметров по алгоритмам отличным от тех, которые используются в описываемом регистраторе. При этом базовые подпрограммы сохраняются, при условии использования микроконтроллера из семейства AT89 или архитектурно-совместимого.

Все вышесказанное требует реализации раздельной архитектуры системного программного обеспечения, которое будет состоять из базовой части, прикладной части, а также управляющей программы.

Базовая часть программного обеспечения должна содержать подпрограммы, обеспечивающие общие функции:

- настройка и инициализация работы устройств;
- управление устройствами и прием сообщений от устройств на уровне управляющих сигналов;
- библиотека расширенных математических функций.

Базовая часть должна быть конфигурируемой, универсальной (в плане использования ее в других проектах, основанных на базе совместимых с AT89S8252-24PI микроконтроллеров) и предоставлять прикладным подпрограммам и управляющей программе абстрактный интерфейс взаимодействия с аппаратурной частью, который в теории операционных систем часто называют «виртуальной машиной» [3]. «Виртуальная машина» позволяет исключить из подпрограмм прикладной части реализацию взаимодействия с устройствами микропроцессорной системы. Такой подход обладает тремя существенными преимуществами: уменьшение объема программного кода за счет исключения дублирования; облегчение сопровождения и дальнейшего развития ПО; и главное преимущество – значительное повышение надежности программной составляющей микропроцессорной системы, так как исключаются перекрестные неупорядоченные связи между подпрограммами.

Задача прикладных подпрограмм – это непосредственно расчет искомых величин. В рассматриваемом проекте в состав прикладных подпрограмм входят:

- подпрограмма расчета числа оборотов;
- подпрограмма расчета периода оборота;
- подпрограмма расчета линейных координат;
- подпрограмма определения знака текущего значения рассчитываемого кинематического параметра.

Управляющая программа решает задачи разграничения аппаратурных ресурсов между прикладными подпрограммами и некоторыми интерфейсными подпрограммами базовой части, выполняет инициализацию, включение и выключение различных устройств микропроцессорной системы, используя подпрограммы базовой части, а также предоставляет интерфейс взаимодействия пользователя с микропроцессорной системой.

Управляющая программа может быть универсальной и специализированной. Универсальная управляющая программа обычно объединяется с базовой частью, и такое объединение называется ядром. Такой подход используется в операционных системах [3]. В данном проекте при реализации программного обеспечения регистратора разрабатывалась специализированная управляющая программа, которая состоит из трех блоков:

- блок инициализации устройств микропроцессорной системы;
- блок управления вызовами прикладных подпрограмм;
- блок, реализующий интерфейс пользователя системы.

На рис.4 показана укрупненная информационная схема взаимодействия управляющей программы, базовой и прикладной частей. Следует отметить, что буфер обмена представляет собой область оперативной памяти с адресами, известными как управляющей программе, так и базовой и прикладной частям ПО, тем самым буфер обмена реализует интерфейс по обмену потоками данных между частями системного программного обеспечения.

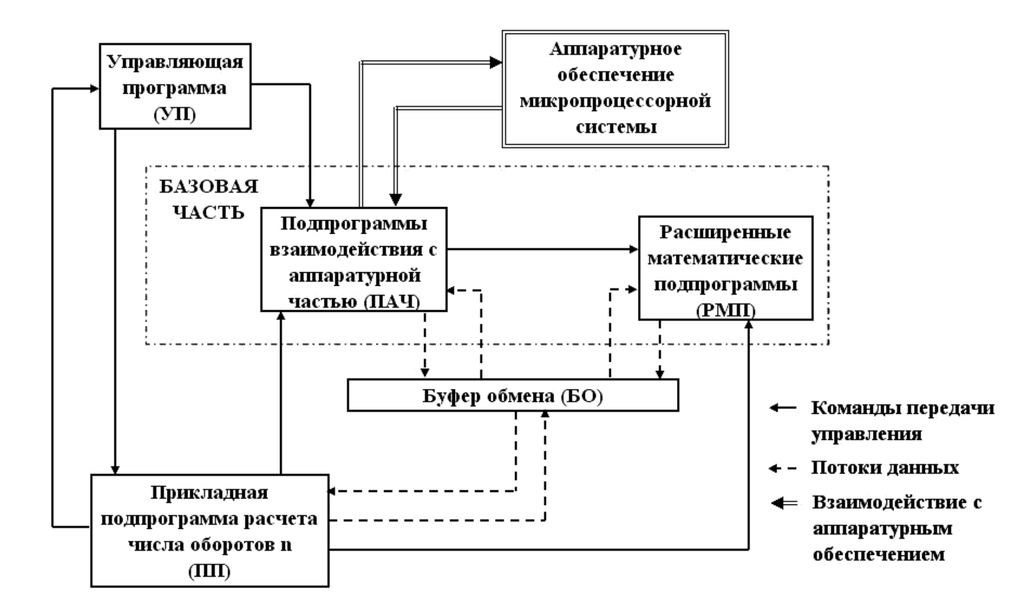


Рис.4. Укрупненная информационная схема взаимодействия управляющей программы, базовой и прикладной частей

Интерфейсные подпрограммы тоже построены по принципу раздельной архитектуры. На рис.5 показана информационная схема взаимодействия подпрограмм вывода численных значений на жидкокристаллический дисплей.

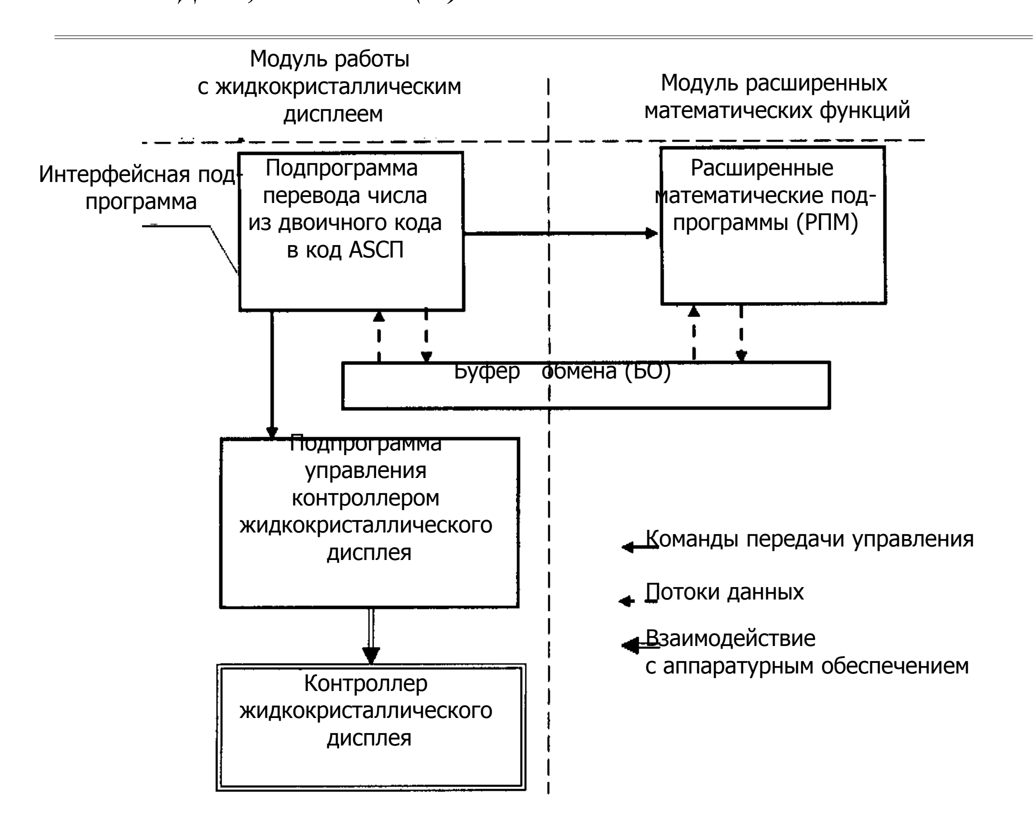


Рис.5. Информационная схема взаимодействия подпрограмм вывода численных значений на жидкокристаллический дисплей

Правила взаимодействия подпрограмм, показанных на рис.5, следующие: интерфейсная подпрограмма осуществляет перевод числа из двоичного кода в коды ASCII-символов, для этих целей она вызывает расширенные математические подпрограммы. Данными они обмениваются через буфер обмена, как было описано выше. Полученные коды ASCII-символов интерфейсной подпрограммой выставляются на шину данных контроллера жидкокристаллического дисплея, после чего вызывается подпрограмма управления контроллером жидкокристаллического дисплея, которая по определенному алгоритму выставляет необходимые сигналы на шину управления этого контроллера.

Выводы. В процессе разработки регистратора осуществлялся поиск оптимального технического решения, что приводило к неоднократным изменениям, как архитектуры аппаратурного обеспечения, так и алгоритмов функционирования некоторых подпрограмм, выполняющих высокоуровневую обработку данных. Но за счет реализации раздельной архитектуры системного программного обеспечения эти изменения не приводили к принципиальному переписыванию программного кода, также они не существенно повлияли на суммарное время проектирования.

В конечном итоге помимо регистратора кинематических параметров была разработана базовая часть программного обеспечения, которая в принципе может быть использована при реализации других подобных проектов на базе микроконтроллеров серии AT89.

Библиографический список

1. Мирский Г.Я. Микропроцессоры в измерительных приборах. – М.: Радио и связь, 1984. – 160с.
2. Мелик–Шахназаров А.М., Маркатун М.Г., Дмитрев В.А. Измерительные приборы со встроенными микропроцессорами. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 240 с.
3. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Сетевые операционные системы: Учебник для вузов. – СПб.: ПИТЕР, 2003. – 544 с.

Материал поступил в редакцию 12.07.07.

V.S. BYKADOR, A.D. LUKJANOV, O.V. ZIMOVNOV

REGISTRAR OF KINEMATICAL PARAMETERS OF ELECTRICAL MACHINES WITH SEPARATE ARCHITECTURE OF SYSTEM SOFTWARE

Describing digital measurement device of kinematical parameters of electrical machines of technological equipment. The measurement device was worked out on base of modern microcontroller with realization of principle of separate architecture of system software.

ЛУКЬЯНОВ Александр Дмитриевич (р. 1970), доцент кафедры «Автоматизация производственных процессов» ДГТУ, кандидат технических наук. Окончил МФТИ (1994).
Область научных интересов: динамика машин, математическое моделирование.
Автор более 70 научных публикаций

ЗИМОВНОВ Олег Владимирович (р.1968), доцент кафедры «Автоматизация производственных процессов» ДГТУ, кандидат технических наук. Окончил ДГТУ (1992).
Научные интересы: металлорежущие станки, техническая диагностика.
Автор 30 научных публикаций.

БЫКАДОР Виталий Сергеевич (р.1980), аспирант кафедры «Автоматизация производственных процессов» ДГТУ. Окончил РГАСХМ (2002), ДГТУ (2007).
Научные интересы: микропроцессорная техника, схемотехника.
Автор двух научных публикаций.